

УДК 658.5+519

Галецька Т. І.,*викладач-стажист кафедри фінансів НаУ "Острозька академія"***Топішко О. І.,***НУ "Львівська політехніка"*

МЕТОДИКА ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНВЕСТИЦІЙНИХ ЛІЗИНГОВИХ ПРОЕКТІВ

У статті запропоновано методику оцінки ефективності інвестиційних лізингових проектів за сукупністю кількісних показників із врахуванням транзакційних витрат. Розроблено математичну модель оптимізації прийняття управлінських рішень щодо доцільності запровадження інвестиційних лізингових проектів на основі використання нечіткої логіки.

Ключові слова: *інвестиційний лізинговий проект, показники ефективності, лінгвістична змінна, нечіткі множини.*

The method of estimation of investment leasing projects efficiency is offered after the aggregate of quantitative indexes, with the account of transaction costs. The mathematical model of optimization of administrative decisions acceptance is developed in relation to expedience of introduction of investment leasings projects on the basis of the use of fuzzy logic.

Key words: *investment leasing project, indexes of efficiency, linguistic variable, unclear plurals.*

Постановка проблеми. Наявні методики оцінки ефективності лізингу не охоплюють усіх його аспектів. Вони оперують кількісними критеріями, результати обчислень яких інколи вступають у суперечність між собою. Порівняльний аналіз кількісних показників ефективності інвестиційного лізингового проекту відбувається в умовах невизначеності, не враховує їх якісної оцінки, що утруднює прийняття управлінського рішення. Розширення практики застосування лізингу можливе і доцільне за наявності достовірних критеріїв і методик оцінки, що підтвердять ефективність його застосування в інвестиційній діяльності. Тому для прийняття оптимальних інвестиційних управлінських рішень нами запропоновано економікоматематичну модель, розроблену на основі використання нечітких множин.

Аналіз останніх досліджень. Дослідженню нечітких множин приділяють увагу як зарубіжні, так і вітчизняні вчені. Серед них Р. Беллман, Л. Заде, А. Кофман, О. Леоненков, Т. Саті, М. Сявавко, С. Штовба та ін. [1; 2; 3; 4; 5; 6]. Перспективним і зовсім недослідженим є застосування нечіткої логіки в управлінських процесах лізингоодержувачів при оцінці ефективності лізингового проекту. Нами зроблена спроба застосувати цю теорію у сфері лізингу.

Метою статті є розробка економіко-математичної моделі оцінки ефективності альтернативних інвестиційних лізингових проектів в умовах невизначеності.

Виклад основного матеріалу. Фундатором теорії нечітких множин вважають Л. Заде, який у 1965 р. опублікував статтю "Fuzzy Sets" в журналі "Information and Control" [7]. Хоча спочатку ця теорія була сприйнята досить скептично, сьогодні її широко використовують на практиці для вирішення різноманітних завдань у сфері економіки, управління, медицини, інженерії тощо.

Вибір найефективнішого проекту з альтернативних варіантів із застосуванням критеріїв кількісного та якісного вимірювання залежить не тільки від об'єктивних чинників, але і суб'єктивних (наприклад, судження менеджера, встановлення кількісних обмежень організацією щодо значень певних показників). Тому рішення щодо окремого інвестиційного проекту не може бути однозначним, воно не усуває чинник невизначеності.

У системі оцінки інвестиційних проектів визначальна роль належить судженням людини. Саме лінгвістичними змінними (поняття яке ввів Л. Заде) звикла оперувати людина у повсякденному житті. Лінгвістичною називається змінна, значеннями якої можуть бути слова та словосполучення. Усі можливі значення лінгвістичної змінної складають терм-множину. Будь-який елемент терм-множини називається термом і задається нечіткою множиною через функцію приналежності. Функцією належності називають функцію, яка дозволяє для довільного елемента універсальної множини обчислити ступінь його належності нечіткій множині.

Нехай $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$ – множина альтернативних інвестиційних лізингових та кредитних проектів придбання основного засобу, до яких буде застосовано експертну систему "Fuzzy Logic Toolbox".

$P = \{p_1, p_2, \dots, p_k\}$ – множина кількісних та якісних критеріїв, за якими оцінюються варіанти.

Для моделювання об'єктів із дискретним виходом (у ситуаційному управлінні та прийнятті рішень) застосовують нечітке логічне виведення – апроксимацію залежності "входи-виходи", що ґрунтується на лінгвістичних висловлюваннях <Якщо – то> і логічних операціях над нечіткими множинами. Формат нечітких правил має такий вигляд:

ЯКЩО <посилання правила>, ТО <заключення правила>.

Сукупність цих правил становить нечітку базу знань про взаємозв'язок входів та виходів об'єкта, що досліджується.

Багатовимірні залежності "входи-виходи" задаються нечіткими правилами з логічними операціями "ТА" і "АБО".

Взаємозв'язок показників досліджуваних інвестиційних проектів можна подати у вигляді дерева логічного виведення (рис. 1).

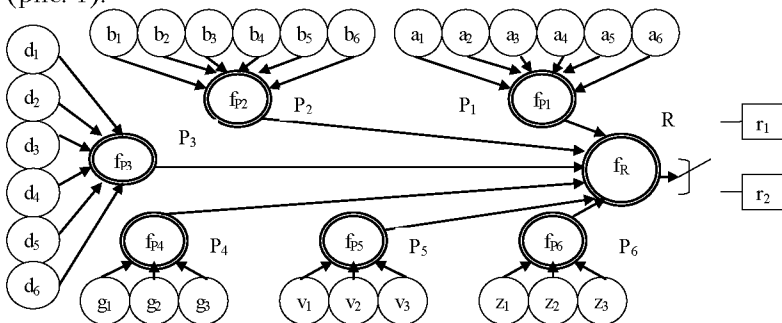


Рис. 1. Дерево логічного виведення інвестиційного лізингового проекту.*

*Складено авторами

Цьому дереву відповідає система співвідношень:

$$R = f_R(P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6), \quad (1)$$

де R – інтегральна оцінка проекту; P_1 – чиста приведена вартість; P_2 – індекс рентабельності інвестицій; P_3 – дисконтований термін окупності інвестицій; P_4 – податковий щит; P_5 – дисконтована сума власних коштів; P_6 – величина здорожчання техніки.

Перший показник (чиста приведена вартість) представлений такою функціональною залежністю:

$$P_1 = f_{P_1}(a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6), \quad (2)$$

де a_1 – річні доходи; a_2 – коефіцієнт транзакційних витрат; a_3 – ставка дисконтування; a_4 – річне інвестування коштів; a_5 – прогнозований середній індекс інфляції; a_6 – тривалість проекту.

Індекс рентабельності інвестицій є функцією, яка має вигляд:

$$P_2 = f_{P_2}(b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6), \quad (3)$$

де b_1 – річні доходи; b_2 – коефіцієнт трансакційних витрат; b_3 – ставка дисконтування; b_4 – річне інвестування коштів; b_5 – прогнозований середній індекс інфляції; b_6 – тривалість проекту.

Дисконтований термін окупності інвестицій залежить від таких змінних:

$$P_3 = f_{P_3}(d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6), \quad (4)$$

де d_1 – річні доходи; d_2 – коефіцієнт трансакційних витрат; d_3 – ставка дисконтування; d_4 – річне інвестування коштів; d_5 – прогнозований середній індекс інфляції; d_6 – тривалість проекту.

На розмір податкового щита впливають:

$$P_4 = f_{P_4}(g_1, g_2, g_3), \quad (5)$$

де g_1 – сума податкового кредиту; g_2 – сума економії податку на прибуток за рахунок віднесення лізингової комісії та відсотків за кредит на валові витрати; g_3 – сума економії податку на прибуток за рахунок амортизаційних нарахувань.

Дисконтована сума власних коштів сільськогосподарського підприємства залежить від:

$$P_5 = f_{P_5}(v_1, v_2, v_3), \quad (6)$$

де v_1 – річна сума власних коштів; v_2 – ставка дисконтування; v_3 – тривалість проекту.

Величина здорожчання техніки є функцією наступного вигляду:

$$P_6 = f_{P_6}(z_1, z_2, z_3), \quad (7)$$

де z_1 – величина інвестицій; z_2 – коефіцієнт трансакційних витрат; z_3 – первісна вартість основного засобу, що передається в лізинг.

У результаті розв'язку задачі отримуємо вихідну змінну – інтегральну оцінку проекту, яка слугує для прийняття одного з рішень: r_1 – прийняти проект; r_2 – відхилити проект.

Для проведення багатокритеріального аналізу інвестиційних лізингових проектів застосуємо нечіткі бази знань Мамдані. Нечітке виведення Мамдані виконується на наступній базі знань, у якій всі значення вхідних та вихідних змінних задані нечіткими множинами:

$$(p_1 = \tilde{x}_{1j} \ominus_j p_2 = \tilde{x}_{2j} \ominus_j \dots \ominus_j p_n = \tilde{x}_n \Rightarrow R = \tilde{d}_j, j = \overline{1, m}), \quad (8)$$

де \tilde{x}_{1j} – нечіткий терм, яким оцінюється змінна p_i в j -му правилі, $j = \overline{1, m}$;

d_i – заключення j -го правила;

m – кількість правил у базі знань;

Θ – логічна операція, яка пов'язує фрагменти посилання j -го правила;

\Rightarrow – нечітка імплікація.

Для обчислень вводимо такі позначення:

– $\mu_j(p_i)$ – функція належності входу $p_i \in [p_i, \bar{p}_i]$ нечіткому терму \tilde{x}_j , тобто $\tilde{x}_j = \int_{p_i \in [p_i, \bar{p}_i]} \mu_j(p_i) / p_i$;

– $\mu_j(y)$ – функція належності виходу $y \in [y, \bar{y}]$ нечіткому терму \tilde{d}_j , тобто $\tilde{d}_j = \int_{y \in [y, \bar{y}]} \mu_j(y) / y$.

Ступінь виконання посилання j -го правила для поточного вхідного вектора $P = (p_1^*, p_2^*, \dots, p_n^*)$ розраховуються так:

$$\mu_j(P^*) = w_j(\mu_j(p_1^*)p_j \mu_j(p_2^*)p_j \dots p_j \mu_j(p_n^*)) \quad j = 1, m, \quad (9)$$

де p_i означає t -норму, якщо в j -му правилі бази знань використовується логічна операція ТА ($\Theta_j = \Delta$), і відповідає s -нормі при ($\Theta_j = \Delta \Delta$). У нечіткому виведенні Мамдані трикутні норми звичайно є операціями мінімуму (t -норма) і максимуму (s -норма).

Результат нечіткого виведення буде такий:

$$\tilde{y}^* = \left(\frac{\mu_1(P^*)}{\tilde{d}_1}, \frac{\mu_2(P^*)}{\tilde{d}_2}, \dots, \frac{\mu_m(P^*)}{\tilde{d}_m} \right). \quad (10)$$

Особливістю даної нечіткої множини є те, що носієм виступає множина нечітких термів $\{\tilde{d}_1, \tilde{d}_2, \dots, \tilde{d}_m\}$. Для переходу до нечіткої множини на носії $[y, \bar{y}]$ необхідно виконати операції імплікації та агрегування.

У результаті логічного виведення по j -му правилу бази знань отримуємо таке нечітке значення вихідної змінної y :

$$\tilde{d}_j^* = \text{imp}(\tilde{d}_j, \mu_j(P^*)) \quad j = 1, m, \quad (11)$$

де imp – імплікація, яка в нечіткому виведенні звичайно реалізується операцією мінімуму, тобто "зрізуються" функція належності $\mu_j(y)$ по рівню $\mu_j(P^*)$. Це має такий математичний вигляд:

$$\tilde{d}_j^* = \int_{y \in [y, \bar{y}]} \min(\mu_j(P^*), \mu_j(y)) / y. \quad (12)$$

Загальний же результат логічного виведення по всій базі знань знаходять агрегуванням нечітких множин:

$$\tilde{y}^* = \text{agg}(\tilde{d}_1^*, \tilde{d}_2^*, \dots, \tilde{d}_m^*), \quad (13)$$

де agg – агрегування нечітких множин, котре звичайно реалізує операції максимуму.

Чітке значення виходу y , що відповідає вхідному вектору P^* , визначається через дефазифікацію нечіткої множини \tilde{y} .

Для автоматизації розрахунків за альтернативними лізинговими проектами використовуємо пакет “Fuzzy Logic Toolbox” обчислювальної системи “MATLAB”, що призначений для проектування та дослідження систем на основі нечіткої логіки. Ця програма дозволяє:

- встановити кількість входів та виходів системи;
- вибрати тип системи, метод дефазифікації, реалізації логічних операцій;
- вибрати терми для лінгвістичної змінної;
- задати тип і параметри функцій належності кожного терма;
- встановити та редагувати правила в лінгвістичному, логічному та індексному форматах;
- візуалізувати виконання нечіткого виведення по кожному правилу, отримання результуючої нечіткої множини та його деафазифікацію тощо.

На базі розрахунків, проведених із застосуванням даних ПП “Агрофірма “Дзвони”, задамо нечіткі множини значень критеріїв оцінки ефективності лізингового проекту: чистої приведеної вартості P_1 ; індексу рентабельності інвестицій P_2 ; дисконтованого терміну окупності інвестицій P_3 ; податкового щита P_4 ; дисконтованої суми власних коштів P_5 ; величини здорожчання техніки P_6 (табл. 1).

Таблиця 1.
Значення нечітких термів та нечітких множин
для показників $P_1 - P_6$ *

Змінна	Нечіткий терм, яким оцінюється змінна	Нечітка множина значень, що відповідає нечіткому терму
Чиста приведена вартість (P_1)	Низька	0-10 млн. грн.
	Середня	10-16 млн. грн.
	Висока	більше 15 млн. грн.
Індекс рентабельності інвестицій (P_2)	Низький	0-10
	Середній	9-20
	Високий	15-100
Дисконтований термін окупності інвестицій (P_3)	Довгий	1,5-5 рр.
	Середній	0,5-2 рр.
	Короткий	0-1,0 рр.

Податковий щит (P_4)	Низький	0-150 тис. грн.
	Середній	100-250 тис. грн.
	Високий	більше 200 тис. грн.
Дисконтована сума власних коштів (P_5)	Низька	0-15 млн. грн.
	Середня	13-20 млн. грн.
	Висока	17-30 млн. грн.
Величина здорожчання техніки (P_6)	Висока	350-600 тис. грн.
	Середня	150-400 тис. грн.
	Низька	0-200 тис. грн.

*Складено авторами.

Наступним етапом розрахунків є побудова функцій належності. Найбільш поширеними з них є трикутна, трапецевидна, гауссова та сигмоїдна функції належності. Синглтонна функція використовується для подання чітких чисел у вигляді нечітких множин (табл. 2).

Таблиця 2.
Найпоширеніші параметричні функції належності

Найменування функції	Аналітичний вираз	Інтерпретація параметрів
Трикутна	$\mu(u) = \begin{cases} 0, u \leq a \text{ або } u \geq c \\ \frac{u-a}{b-a}, a \leq u \leq b \\ \frac{c-u}{c-b}, b \leq u \leq c \end{cases}$	(a, c) – носій нечіткої множини – песимістична оцінка нечіткого числа; b – координата максимуму – оптимістична оцінка нечіткого числа
Трапецевидна	$\mu(u) = \begin{cases} 0, u \leq a \text{ або } u \geq d \\ \frac{u-a}{b-a}, a \leq u \leq b \\ 1, b \leq u \leq c \\ \frac{d-u}{d-c}, c \leq u \leq d \end{cases}$	(a, d) – носій нечіткої множини – песимістична оцінка нечіткого числа; [b, c] – ядро нечіткої множини – оптимістична оцінка нечіткого числа
Гауссова	$\mu(u) = \exp\left(-\frac{(u-b)^2}{2c^2}\right)$	b – координата максимуму; c – коефіцієнт концентрації
Сигмоїдна	$\mu(u) = \frac{1}{1 + \exp(-a(u-c))}$	a – коефіцієнт крутизни; c – координата переходу через 0,5

Синглтон-на	$\mu(u) = \begin{cases} 1, u = a \\ 0, u \neq a \end{cases}$	a – чітке число, що подається у вигляді нечіткої множини
-------------	--	--

*Джерело: [6].

Використовуючи “Fuzzy Logic Toolbox” за алгоритмом нечіткого виведення Мамдані будуюмо функції належності для показників P_1 – P_6 (рис. 2– 7).

Низькому значенню показника P_1 відповідає z-подібна функція належності; середньому – гауссова функція належності; високому – s-подібна функція належності.

Z-подібна функція використовується для ситуацій, коли кількісні або якісні ознаки мають слабкий ступінь вияву. Зокрема, для подання таких властивостей нечітких множин, які характеризуються невизначеністю типу:

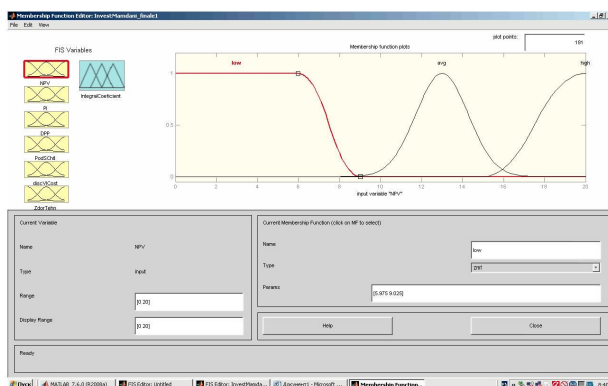


Рис. 2. Функції належності показника P_1

*Складено авторами.

"мала кількість", "невелике значення", "незначна величина" тощо. Вона має такий аналітичний вираз:

$$f_{z1}(x, a, b) = \begin{cases} 1, & x < a \\ \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cos\left(\frac{x-a}{b-a} \pi\right), & a \leq x \leq b \\ 0, & x > b \end{cases}, \quad (14)$$

де a, b – числові параметри, які набувають довільні значення та упорядковані відношенням: $a < b$.

Особливістю нечіткого моделювання в цьому випадку є подання відповідних нечітких множин за допомогою монотонно спадної функції належності.

S-подібна функція застосовується у ситуаціях, коли виявляється високий ступінь вияву певної кількісної або якісної ознаки. Наприклад, для подання таких нечітких множин, які характеризуються невизначеністю типу: "велика кількість", "велике значення", "значна величина", "висока якість" тощо. Ця функція належності задається таким аналітичним виразом:

$$f_{31}(x, a, b) = \begin{cases} 0, & x < a \\ \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cos\left(\frac{x-b}{b-a} \pi\right), & a \leq x \leq b \\ 1, & x > b \end{cases}, \quad (15)$$

де a, b – числові параметри, які набувають довільні значення та упорядковані відношенням: $a < b$.

Для цього нечіткого моделювання характерним є подання відповідних нечітких множин у вигляді монотонно зростаючої функції належності.

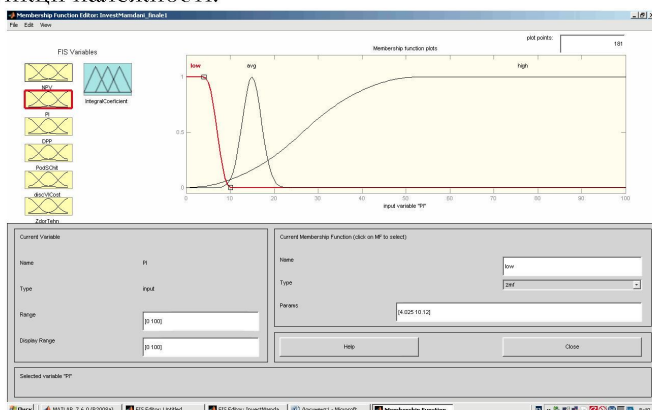


Рис. 3. Функція належності показника P_2
*Складено авторами.

Як і для першого показника ефективності лізингового проєкту низькому значенню показника P_2 відповідає z-подібна функція належності; середньому – гауссова функція належності; високому – s-подібна функція належності.

На відміну від перших двох показників, низькому значенню показника P_3 відповідає трапецевидна функція належності; середньому – трикутна функція належності; а високому – s-подібна функція належності.

Трапецевидна та трикутна функції належності найчастіше застосовуються для подання нечітких чисел та інтервалів, а також значень лінгвістичних змінних. Зокрема, вони використовуються для відображення таких якостей множин, які харак-

теризуються невизначеністю: "приблизно рівні", "середнє значення", "схожий на предмет", "розміщений в інтервалі" тощо.

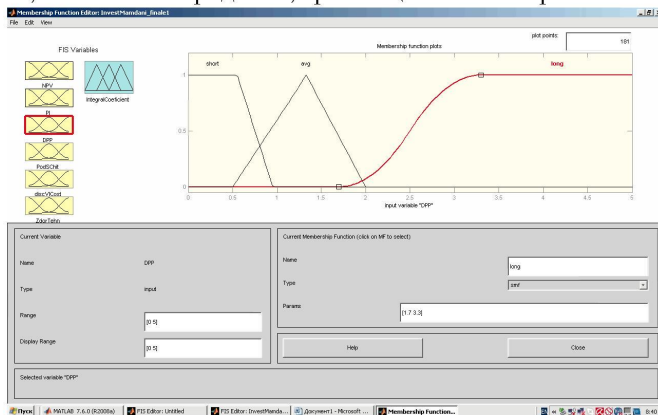


Рис. 4. Функція належності показника P_3
*Складено авторами.

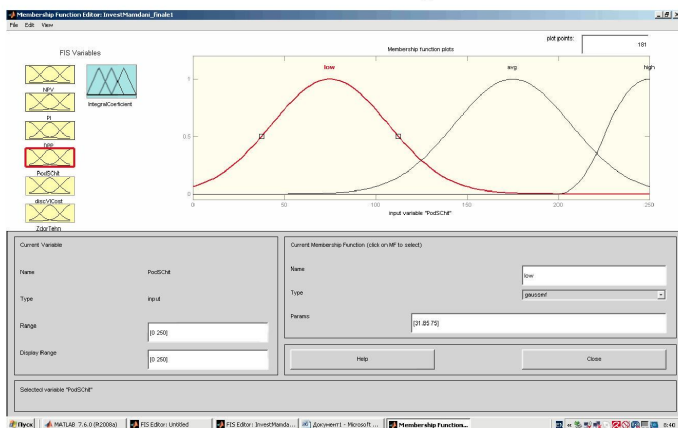


Рис. 5. Функція належності показника P_4
Складено авторами.

Відображення показника P_4 на низькому та середньому інтервалах значень відбувається за допомогою гауссової функції належності, а високому – s-подібна функція належності.

У той же час для зображення показника P_5 на низькому та середньому інтервалах значень використовується трикутна функція належності, а високому – s-подібна функція належності.

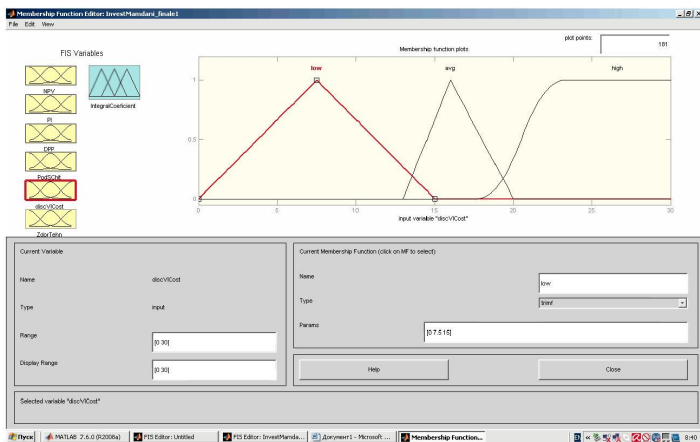


Рис. 6. Функція належності показника P_5
*Складено авторами.

Функції належності останнього з шести показників такі: низькому значенню показника P_6 відповідає z-подібна функція належності; середньому – колоколоподібна функція належності; високому – s-подібна функція належності.

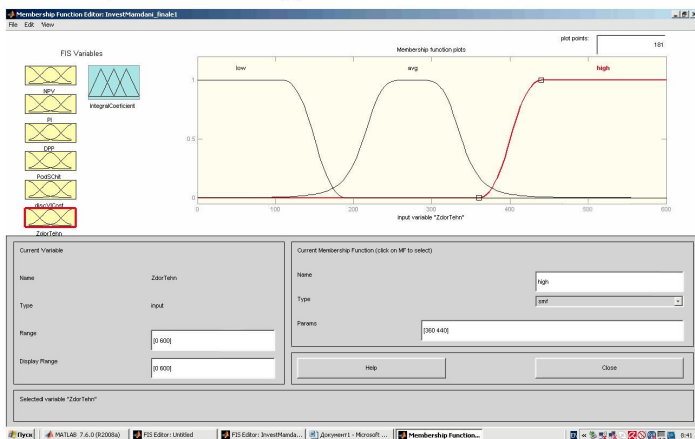


Рис. 7. Функція належності показника P_6
*Складено авторами.

Колоколоподібна функція належності належить до класу

П-подібних функцій і задається таким аналітичним виразом:

$$f_{l4}(x, a, b, \tilde{n}) = \frac{1}{1 + \left| \frac{x - c}{a} \right|^{2b}}, \quad (16)$$

де a, b, c – деякі числові параметри, які набувають довільних значень і упорядковані відношенням: $a < b < c$, причому $b > 0$.

Альтернативний лізинговий проект може отримати одну з наступних інтегральних оцінок (табл. 3).

Таблиця 3.
Нечітка множина значень інтегральної оцінки
альтернативного лізингового проекту

Лізинговий проект	Нечітка множина значень вихідної змінної \tilde{R}
y_1, y_n	Поганий
	Ниже середнього
	Середній
	Вище середнього
	Хороший

*Складено авторами

Задаємо нечітку базу знань про взаємозв'язок входів та виходів досліджуваного інвестиційного лізингового проекту через набір нечітких правил. Причому на цьому етапі можливо врахувати перевагу певних показників над іншими критеріями або одних правил над другими, тобто надати їм ваги (табл. 4).

Таблиця 4.
Нечітка база знань про взаємозв'язок критеріїв оцінки
та результату оцінки інвестиційного лізингового проекту

№ за/п	Посилання правила						Заключення правила
	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	високий	високий	короткий	високий	високий	низький	хороший

2	висо- кий	висо- кий	серед- ній	висо- кий	серед- ній	серед- ній	хоро- ший
3	висо- кий	висо- кий	до- вгий	висо- кий	низь- кий	висо- кий	се- ред- ній
4	висо- кий	висо- кий	корот- кий	серед- ній	висо- кий	низь- кий	хоро- ший
5	висо- кий	серед- ній	корот- кий	серед- ній	висо- кий	низь- кий	вище серед- нього
6	серед- ній	висо- кий	до- вгий	висо- кий	низь- кий	низь- кий	серед- ній
7	серед- ній	серед- ній	корот- кий	серед- ній	висо- кий	низь- кий	серед- ній
8	низь- кий	низь- кий	серед- ній	низь- кий	серед- ній	серед- ній	пога- ний
9	серед- ній	серед- ній	серед- ній	серед- ній	серед- ній	низь- кий	ниж- че се- ред- нього
10	низь- кий	низь- кий	корот- кий	низь- кий	серед- ній	серед- ній	пога- ний
11	низь- кий	низь- кий	серед- ній	низь- кий	серед- ній	низь- кий	пога- ний
12	висо- кий	висо- кий	корот- кий	висо- кий	серед- ній	серед- ній	вище серед- нього
13	висо- кий	висо- кий	до- вгий	висо- кий	серед- ній	серед- ній	серед- ній
14	висо- кий	висо- кий	серед- ній	висо- кий	висо- кий	висо- кий	вище серед- нього
15	висо- кий	висо- кий	до- вгий	висо- кий	низь- кий	висо- кий	се- ред- ній
16	висо- кий	висо- кий	до- вгий	висо- кий	висо- кий	висо- кий	вище серед- нього
17	висо- кий	висо- кий	серед- ній	висо- кий	серед- ній	висо- кий	вище серед- нього
18	висо- кий	висо- кий	до- вгий	висо- кий	низь- кий	серед- ній	вище серед- нього

19	висо- кий	висо- кий	довгий	висо- кий	серед- ний	серед- ний	серед- ний
20	серед- ний	серед- ний	корот- кий	серед- ний	висо- кий	серед- ний	вище серед- нього
21	серед- ний	серед- ний	корот- кий	серед- ний	серед- ний	висо- кий	нижче серед- нього
22	серед- ний	серед- ний	серед- ний	серед- ний	висо- кий	низь- кий	вище серед- нього
23	серед- ний	серед- ний	корот- кий	серед- ний	серед- ний	серед- ний	серед- ний
24	серед- ний	серед- ний	корот- кий	серед- ний	висо- кий	висо- кий	вище серед- нього
25	серед- ний	серед- ний	корот- кий	серед- ний	низь- кий	висо- кий	серед- ний
26	серед- ний	серед- ний	довгий	серед- ний	висо- кий	низь- кий	серед- ний
27	серед- ний	серед- ний	серед- ний	серед- ний	серед- ний	висо- кий	нижче серед- нього
28	серед- ний	серед- ний	серед- ний	серед- ний	низь- кий	серед- ний	нижче серед- нього
29	серед- ний	серед- ний	серед- ний	низь- кий	серед- ний	висо- кий	нижче серед- нього
30	низь- кий	низь- кий	корот- кий	низь- кий	серед- ний	низь- кий	нижче серед- нього
31	низь- кий	низь- кий	серед- ний	низь- кий	висо- кий	низь- кий	ниж- че се- ред- нього
32	низь- кий	низь- кий	серед- ний	низь- кий	висо- кий	серед- ний	нижче серед- нього
33	низь- кий	низь- кий	корот- кий	низь- кий	низь- кий	висо- кий	пога- ний
34	низь- кий	низь- кий	довгий	низь- кий	висо- кий	висо- кий	пога- ний

35	низь- кий	низь- кий	до- вгий	низь- кий	низь- кий	низь- кий	пога- ний
36	низь- кий	низь- кий	до- вгий	низь- кий	низь- кий	низь- кий	пога- ний
37	низь- кий	низь- кий	серед- ній	низь- кий	низь- кий	серед- ній	пога- ний
38	низь- кий	низь- кий	до- вгий	низь- кий	серед- ній	серед- ній	пога- ний

**Складено авторами.*

У результаті опрацювання правил та проведення операцій над нечіткими множинами отримуємо інтегральну оцінку проекту, виражену чітким числом.

Fuzzy Logic Toolbox дає можливість користувачу моделювати ситуації залежно від варіації вхідних змінних та бажаного вихідного результату.

На основі отриманої інтегральної оцінки проекту, приймається одне з таких рішень (табл. 5).

Таблиця 5.
Можливе рішення щодо фінансування лізингового проекту

Рішення	Значення рішення	Нечітка множина значень вихідної змінної R , що відповідає рішенню
r_1	прийняти проект	0,6-1
r_2	відхилити проект	0-0,5

**Складено авторами.*

Висновки. Отже, застосування цієї економіко-математичної моделі дає змогу оцінити альтернативні інвестиційні лізингові проекти за кількісними та якісними критеріями, усунути суб'єктивний чинник у процесі прийняття оптимального рішення щодо ефективності інвестиційного лізингового проекту в умовах невизначеності. А це, як на наш погляд, створювало б передумови для розширення використання лізингу в оновленні матеріально-технічної бази сільськогосподарських підприємств і, відповідно, стимулювало інвестиційний процес у життєво важливій для України галузі народного господарства.

Література

1. Bellman R. E., Zadeh I. A. Decision-Making in Fuzzy Environment // Management Science. – 1970. – Vol. 17. – # 4. – P. 141-160.
2. Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств: Пер. с франц. – М.: Радио и связь, 1982. – 432 с.
3. Леоненков А. В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 736 с.
4. Саати Т. Л. Математические модели конфликтных ситуаций. – Пер с англ. Под ред. И. А. Ушакова. – М.: Сов. Радио, 1977. – 304 с.
5. Сявавко М., Рибицька О. Математичне моделювання за умов невизначеності. – Львів: НВФ "Українські технології", 2000. – 320 с.
6. Штовба С. Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB. – М.: Горячая линия. – Телеком, 2007. – 288 с.
7. Zadeh L. Fuzzy Sets // Information and Control. – 1965. – № 8. – P. 338–353.